

# 中華民國第 54 屆中小學科學展覽會

## 作品說明書

---

國小組 化學科

最佳團隊合作獎

080207

年輕要「留白」～天然抗氧化食材探討與研發

學校名稱：新北市永和區秀朗國民小學

作者：	指導老師：
小五 朱翊安	朱中梧
小五 潘楷欣	吳錦勳
小五 呂冠穎	
小五 鄭奐奕	
小五 裴大智	
小五 黃熙捷	

關鍵詞：抗氧化、碘滴定、透光度

# 摘要

人體代謝是以氧化反應為主，因此會產生許多自由基，自由基會不斷攻擊或破壞人體各器官的細胞，而自由基的剋星即抗氧化物。因此本研究依所蒐集可能抗氧化效能不錯的食品，以二種不同的滴定法，交互檢測其抗氧化性，以加強其信度；而二種不同之滴定法的滴定終點皆與顏色有關，為減少對顏色直觀判斷誤差，因此更輔以自製光度暗箱設計，設定滴定終點顏色透光度標準值，使檢測結果更增嚴謹性。最後以效能最佳之芭樂、綠茶粉及維他命 C 製成天然抗氧化皂及抗氧化乳液，成功具體看到此三種產品的抗氧化效果。

## 壹、研究動機

中央研究院和台大醫院重大發現「抗氧化劑可減肥」，諾大的報紙新聞標題，深深地吸引了我們的注意力。加上在自然課「防鏽與食品保存」的單元中，老師除了指導我們「氧化」的知識外，還將氧化的概念融入生活，補充了蔬果、人體等氧化之學習歷程，引起了我們很大的好奇心；抗氧化營養素是能消除或抑制自由基活動的物質，適度的攝取，可增進人體組織運作的能力。因此，這更讓我們對瞭解哪一種食品的抗氧化力較強，產生了極大的探究興趣。

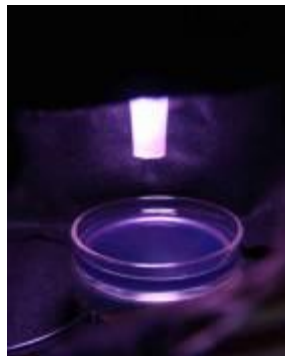
## 貳、研究目的

- 一、探討不同顏色玻璃紙透光度之差異
- 二、以二種碘定量滴定法加上透光度三重交互檢測，探討比較不同種類食品的抗氧化效能
- 三、探討榨汁、慢磨、冷熱泡、熱沖等方法，對不同種類食品的抗氧化效能
- 四、以自製簡易的天然抗氧化皂、抗氧化乳液進行進階抗氧化效能檢測

## 參、研究設備及器材



相關實驗器材



自製光度暗箱內部測光情形



委託製作紅外線計數器

 <p>第一代測光度暗箱設計</p>	 <p>第二代測光度暗箱設計</p>	 <p>第三代測光度暗箱設計</p>
 <p>第一代測光度暗箱使用情形</p>	 <p>第二代測光度暗箱使用情形</p>	 <p>第三代測光度暗箱使用情形</p>

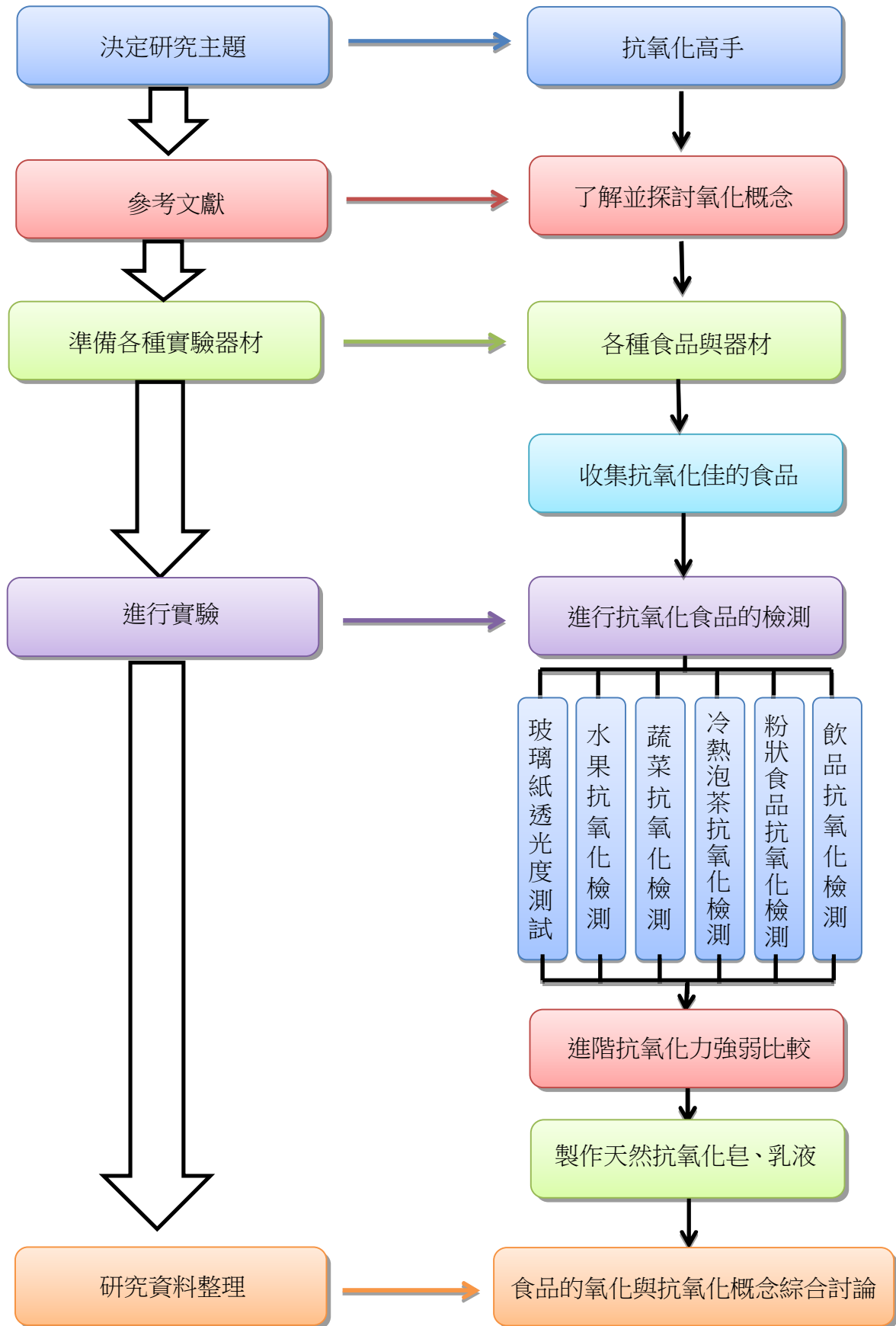
### 一、實驗器材：

自製光度暗箱、委託製作紅外線計數器、漏斗、電子秤、照度計、燒杯、酒精燈、三腳架、石綿網、純水、打火機、量筒、照相機、滴管、針筒、pH計、榨汁機、濾網、玻璃棒、標籤紙、碘液、廣口瓶、電磁爐、不鏽鋼鍋、透明皂基、培養皿、椰子油、甘油、乳化劑、刀子、砧板、稱重紙、燈座、旋轉燈架、燈泡

### 二、實驗材料：

玉米粉、檸檬水、小蘇打、鹽、蘋果、透明玻璃紙、黃、綠、藍色玻璃紙、綠色花椰菜、菠菜、紅蘿蔔、黃玉米、紅番茄、檸檬、葡萄、芭樂、柳丁、奇異果、紅柿、綠茶、紅茶、香片、菊花茶、烏龍茶、普洱茶、綠茶粉、甜菜根粉、黃豆粉、可可粉、咖啡粉、杏仁粉、紅酒、黑醋、柳橙汁、維他命 C、啤酒等

## 肆、研究架構



## 伍、研究方法及結果

### 問題一：不同顏色玻璃紙透光度的觀察比較

(一)討論：因滴定法的滴定終點透明色判讀很難標準化，深藍色亦有深淺層次之微幅差異，皆易造成滴定終點之不一致性，因此為了取得顏色判讀一致的標準化，我們先嘗試以各種顏色玻璃紙進行照度測試，**檢測比較顏色深淺是否與透光度有關**。

(二)實驗步驟：

1. 設計製作測光度的暗箱（下圖為第三代的暗箱設計）
2. 準備同材質不同顏色之玻璃紙
3. 進行不同顏色玻璃紙透光度檢測



測光度暗箱側面視圖描繪



測光度暗箱側面視圖切割



測光度暗箱內部裸視圖



測光度暗箱底部設計















測光度暗箱內部設計

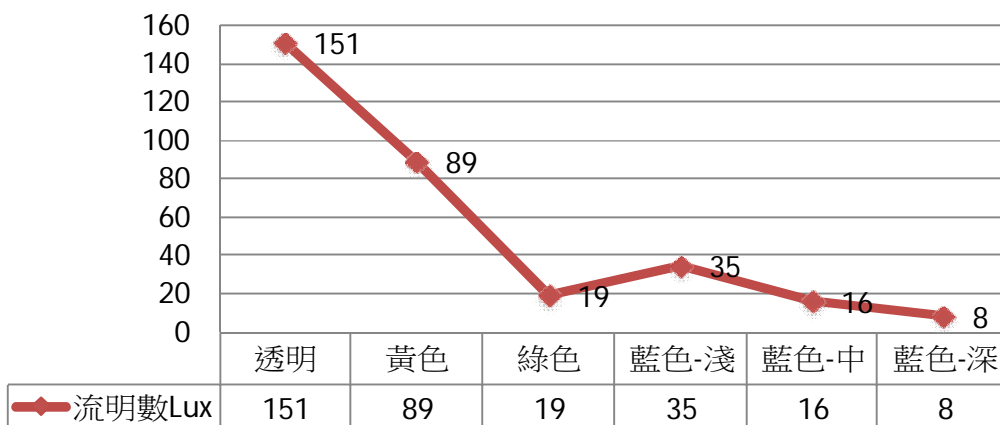


測光度暗箱外部設計

(三)實驗結果：

表一 不同顏色玻璃紙透光度的觀察比較

玻璃紙顏色	玻璃紙	透光度測試	流明數	玻璃紙顏色	玻璃紙	透光度測試	流明數
透明			151	藍色-淺			35
黃色			89	藍色-中			16
綠色			19	藍色-深			8



圖一 不同顏色玻璃紙透光度比較

(四) 結果發現：

1. 同型不同顏色玻璃紙透光度從強~弱依序排列為：透明 > 黃色 > 淺藍色 > 綠色 > 中藍色 > 深藍色
2. 藍色的淺中深顏色，透光度分別為 35Lux、16 Lux、8 Lux。

(五) 歸納討論：

1. 流明數越大透光度就越強，流明數越小透光度就越弱。因此可以根據此原則，在同一實驗時（物理環境較接近），選擇滴定終止的透光度（流明數），決定滴定終止的時間，因每一個人對透明度及深藍色的分界點，常有稍許不同的判讀，如此可避免個人肉眼直觀判斷的誤差，使滴定結束時間更精準、更具科學性。

## 問題二：常用水果榨汁後的抗氧化檢測比較分析

(一)討論：因氧化對人體有著諾大的影響，而根據文獻記載，蔬果有不錯的抗氧化效能，於是我們決定先從日常生活中每天會攝取的水果開始進行研究，探討對人體較理想的水果。

### (二)-1 碘直接定量法檢測實驗步驟：

- 1.製作澱粉指示劑：秤 4g 之玉米粉放入燒杯，倒入 200ml 的純水，加熱攪拌至沸騰後，靜置使其自然冷卻
- 2.將選擇的水果榨成汁
- 3.測水果汁的 pH 值
- 4.將 10ml 澱粉指示劑以及 10ml 水果汁混和倒入培養皿，用碘液滴定直到深藍色為止，深藍色顏色判讀的終止點，以光度計量測數值量化為標準，求得顏色終止一致化。計算所使用碘液的滴數。
- 5.深藍色的判讀，以光度計測量，直到流明數 7 或 8 為止

### (二)-2 碘間接定量法檢測實驗步驟：

- 1.製作澱粉指示劑：秤 4g 之玉米粉放入燒杯，倒入 200ml 的純水，加熱攪拌至沸騰後，靜置使其自然冷卻
- 2.製作碘液指示劑：純水 20cc，碘液 5 滴，冷卻的澱粉指示劑 6 滴，混合攪拌
- 3.取出 10cc 的碘液指示劑倒入培養皿，將水果汁滴入碘液指示劑至透明為止，透明色判讀的終止點，以光度計量測數值量化為標準，求得顏色終止一致化。計算所使用碘液的滴數。
- 4.透明的判讀，以光度計測量，直到流明數為 151 或 152 為止



水果榨汁





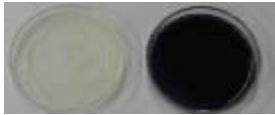

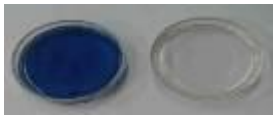































碘間接定量法指示劑製作



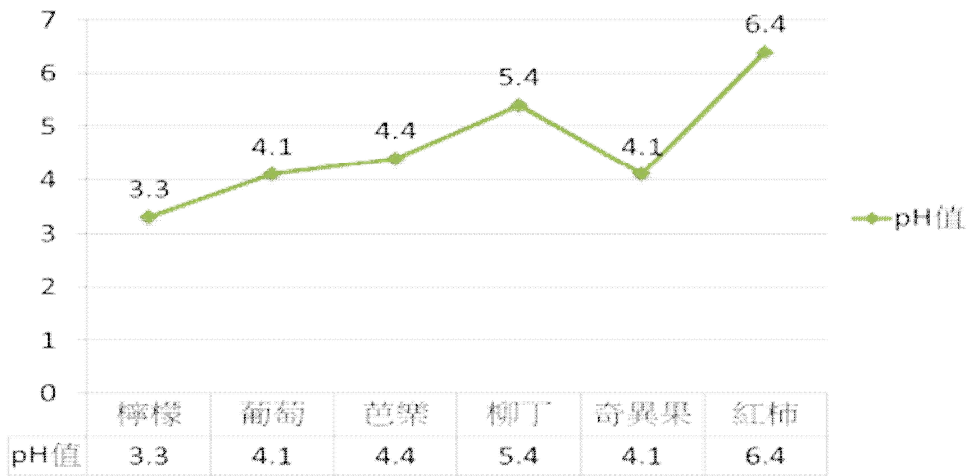
委託製作之紅外線計數器

(三)實驗結果：

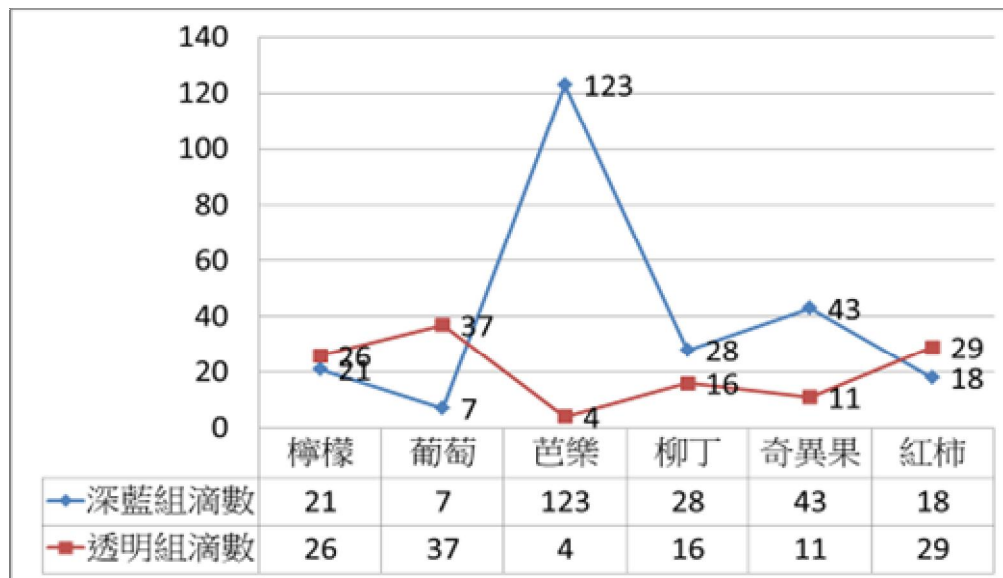
表二 常用水果榨汁後的抗氧化碘直接定量與碘間接定量檢測比較分析

項目	pH 值	滴定前後顏色變化 上-碘直接定量.下-碘間接定量		滴定前後透光度變化(Lux) 上-碘直接定量.下-碘間接定量 左-滴定前.右-滴定後		滴定數
		前	後	前	後	
 檸檬	 3.3			前<139>	後<8>	21
				前< 21 >	後<152>	
 葡萄	 4.1			前<99>	後<8>	7
				前< 22 >	後<152>	37
 芭樂	 4.4			前<117>	後<8>	123
				前< 22 >	後<152>	4
 柳丁	 5.4			前<110>	後<7>	28
				前< 22 >	後<151>	16
 奇異果	 4.1			前<80>	後<7>	43
				前< 21 >	後<152>	11
 紅柿	 6.4			前<83>	後<8>	18
				前< 21 >	後<151>	29





圖二-1 水果類 pH 值檢測比較



圖二-2 水果類抗氧化滴定滴數檢測比較

#### (四) 結果發現：

1. 這六種水果汁，pH 值介於 3.3 至 6.4 之間，皆呈酸性，pH 值有一定差距。
2. 深藍組與透明組是二種不同的抗氧化效能檢測方式，深藍組（碘直接定量法）：滴數愈多，抗氧化力愈好；透明組（碘間接定量法）：滴數愈少，抗氧化力愈好。這六種抗氧化能力有名的水果，無論是用深藍色或透明色滴定終止的實驗方式，皆有其一致性，其抗氧化能力由高至低依序排列均為：芭樂 > 奇異果 > 柳丁 > 檸檬 > 紅柿 > 葡萄，從實驗統計圖可以看出芭樂抗氧化效果尤其顯著。

#### (五) 歸納討論：







根據實驗結果及我們所查文獻資料，芭樂每一百公克就有四百九十六毫克的抗氧化成分，因此我們將芭樂暫居以上水果抗氧化能力之首。

問題三：比較不同蔬菜慢磨後的抗氧化碘直接定量與碘間接定量檢測比較分析

(一)討論：因蔬果有不錯的抗氧化效能，於是我們決定接著進行蔬菜類的抗氧化效能研究，探討對人體較理想的蔬菜種類。


(二)實驗步驟：

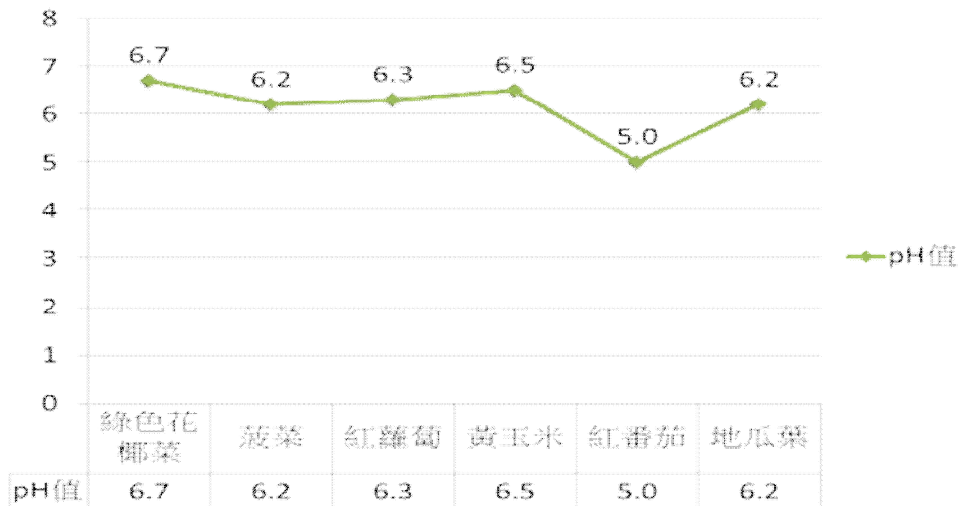
- 1.與問題二的前置準備相同
- 2.將各式蔬菜榨成汁
- 3.測量蔬菜汁的 pH 值
- 4.碘直接定量法顏色的滴定終點，仍為流明數 7 或 8
- 5.碘間接定量法顏色的滴定終點，以光度計測量，設定流明數為 151 或 152

		
紅蘿蔔研磨汁	綠花椰菜研磨汁	蕃茄研磨汁
		
紅蘿蔔研磨汁滴定前後	綠花椰菜研磨汁滴定前後	自製暗箱-透光度測量

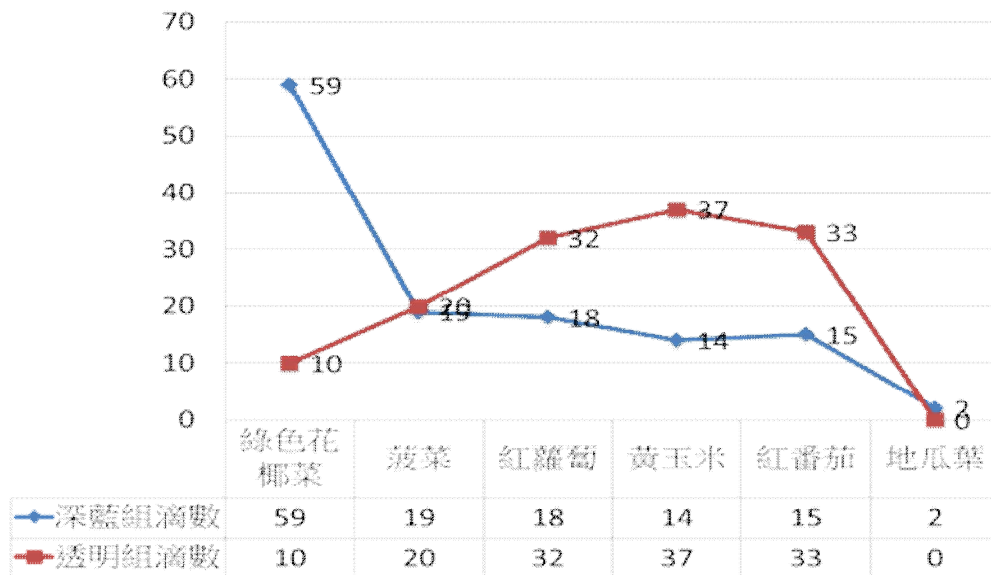
(三)實驗結果：

表三 比較不同蔬菜慢磨後，碘直接定量與碘間接定量檢測比較分析

項目	pH 值	滴定前後顏色變化 上-碘直接定量.下-碘間接定量		滴定前後透光度變化(Lux) 上-碘直接定量.下-碘間接定量 左-滴定前.右-滴定後		滴定數
		前	後	前	後	
 綠色花椰菜	 6.7			前< 41 >	後<8>	59
				前< 22>	後<152>	10
 菠菜	 6.2			前< 11 >	後<8>	19
				前< 22>	後<152>	20
 紅蘿蔔	 6.3			前< 43 >	後<7>	18
				前< 22>	後<152>	32
 黃玉米	 6.5			前< 94 >	後<7>	14
				前< 21>	後<151>	37
 紅番茄	 5.0			前< 78 >	後<7>	15
				前< 22>	後<151>	33
 地瓜葉	 6.2			前< 8 >	後<7>	2
		太濃無法滴至透明		前< 22>	X	



圖三-1 蔬菜類 pH 值比較



圖三-2 蔬菜類抗氧化滴定滴數檢測比較

(四) 結果發現：

1. 用來檢測的蔬菜汁，pH 值界於 5.0 至 6.7 之間，呈微酸性，這幾種蔬菜的 pH 值差異不大。
2. 根據我們的實驗結果，以上這六種蔬菜的抗氧化能力，無論是用深藍色或透明色滴定終止的實驗方式，由高至低依序排列均為：綠色花椰菜 > 菠菜 > 紅蘿蔔 > 紅番茄 > 黃玉米，尤其綠色花椰菜效果極佳；地瓜葉則因原汁太濃無法滴至透明，因此暫不列入比較排序。

(五) 歸納討論：

1. 深藍組的實驗結果讓我們較感到意外的是，地瓜葉效果的排序為第六名，我們推測和我們以原汁實測的因素可能有相關；而在透明組的進階證明實驗時，發現地瓜葉原汁太濃無法滴至透明，更讓我們覺得地瓜葉的檢測方式可能要另作思考。

#### 問題四：茶葉熱泡法與冷泡法之抗氧化性的分析比較

(一)討論：文獻提到喝茶可以去油解膩，且茶葉中有許多物質，其中的茶多酚，又稱兒茶素，就具有抗氧化的作用。因此，我們將平常較常見之茶葉，以熱泡及冷泡方式，分別進行抗氧化實驗比較。

##### (二)-1 熱泡茶實驗步驟：

- 1.與問題二的前置準備相同
- 2.用電子秤秤取各式茶葉 2g，各加入 98cc 100°C 的熱水，使其成為各式濃度 2% 的茶水，靜置待其自然冷卻後進行二種滴定檢測方式
- 3.測量各式茶水的 pH 值
- 4.碘直接定量法顏色的滴定終點，設為流明數 7
- 5.碘間接定量法顏色的滴定終點，以光度計測量，設定流明數為 151 或 152

##### (二)-2 冷泡茶實驗步驟：

- 1.與問題二的前置準備相同
- 2.用電子秤秤取各式茶葉 2g，各加入 98cc 常溫(19°C)的冷開水，使其成為各式濃度 2% 的冷泡茶，放入冰箱冷藏預泡，待茶葉泡開，隔天進行二種滴定檢測方式
- 3.測量各式茶水的 pH 值
- 4.碘直接定量法顏色的滴定終點，流明數 7 或 8
- 5.碘間接定量法顏色的滴定終點，以光度計測量，設定流明數為 151 或 152



秤取 2g 的菊花茶葉



過濾紅茶葉



過濾完成的各式熱泡茶



紅外線計數器可免除失誤



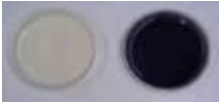



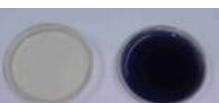










透光度測量時的暗箱內部



測量滴定後的茶葉透光度

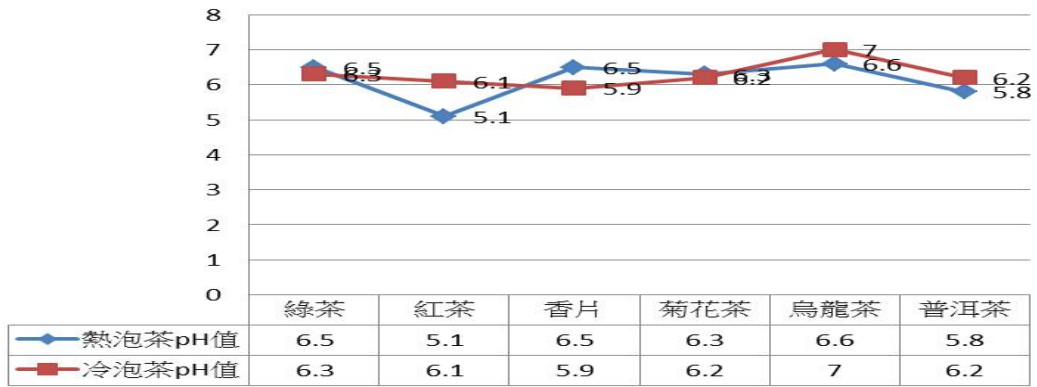
(三)實驗結果：

表四-1 茶葉熱泡法之碘直接定量與碘間接定量檢測比較

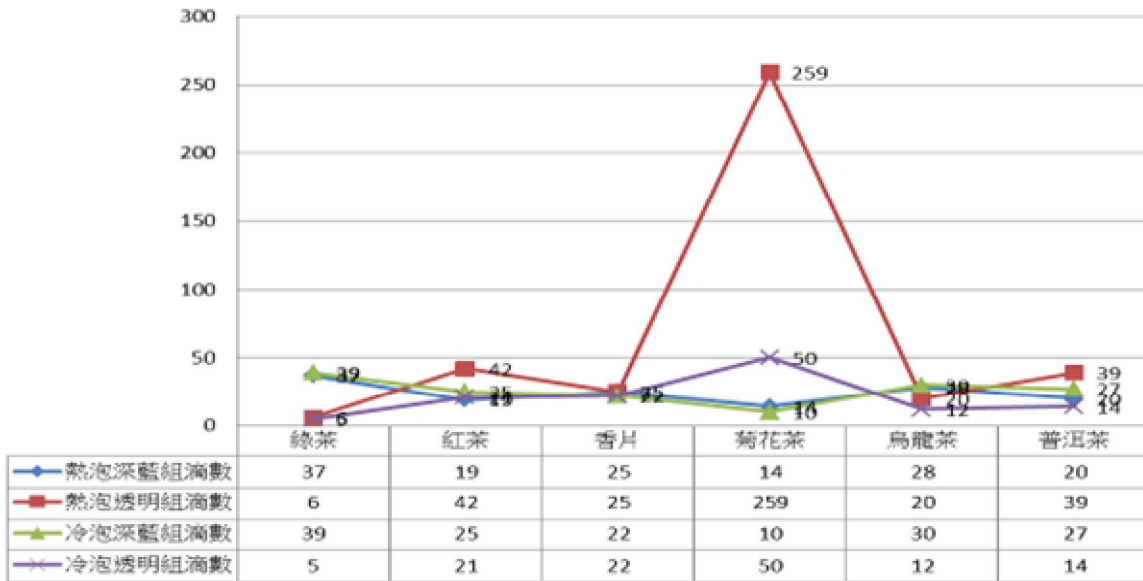
項目	pH 值	滴定前後顏色變化 上-碘直接定量.下-碘間接定量		滴定前後透光度變化(Lux) 上-碘直接定量.下-碘間接定量 左-滴定前.右-滴定後		滴定數
		前	後	前	後	
綠茶	6.5			前<136>	後< 7 >	37
				前<22>	後< 152 >	6
紅茶	5.1			前<119>	後< 7 >	19
				前<22>	後< 151 >	42
香片	6.5			前<131>	後< 7 >	25
				前<22>	後< 151 >	25
菊花茶	6.3			前<138>	後< 7 >	14
				前<22>	後< 151 >	259
烏龍茶	6.6			前<139>	後< 7 >	28
				前<22>	後< 152 >	20
普洱茶	5.8			前<103>	後< 7 >	20
				前<22>	後< 152 >	39

表四-2 茶葉冷泡法之碘直接定量與碘間接定量檢測比較

項目	pH 值	滴定前後顏色變化 上-碘直接定量.下-碘間接定量		滴定前後透光度變化(Lux) 上-碘直接定量.下-碘間接定量 左-滴定前.右-滴定後		滴定數
				前	後	
 綠茶	 6.3			前<129>	後< 7 >	39
				前<22>	前<152>	5
 紅茶	 6.1			前<120>	後< 7 >	25
				前<21>	前<151>	21
 香片	 5.9			前<121>	後< 8 >	22
				前<22>	前<152>	22
 菊花茶	 6.2			前<136>	後< 7 >	10
				前<22>	前<151>	50
 烏龍茶	 7.0			前<137>	後< 7 >	30
				前<21>	前<152>	12
 普洱茶	 6.2			前<118>	後< 7 >	27
				前<21>	前<152>	14



圖四-1 熱 - 冷泡茶 pH 值檢測比較



圖四-2 熱 - 冷泡茶抗氧化滴定滴數檢測比較

#### (四) 結果發現：

1. 用來檢測的熱泡茶，pH 值界於 5.1 至 6.6 之間，呈酸性接近弱酸性之間。
2. 用來檢測的冷泡茶，pH 值界於 5.9 至 7.0 之間，呈弱酸性接近中性之間，冷泡茶的酸性較熱泡茶弱。
3. 深藍組與透明組是二種不同的抗氧化效能檢測方式，深藍組：滴數愈多，抗氧化力愈好；透明組：滴數愈少，抗氧化力愈好。因此，根據我們的實驗結果，以上這六種茶的抗氧化能力，無論是用深藍色或透明色滴定終止的實驗方式，冷熱泡茶各自的結果均相同。熱泡茶由高至低依序排列均為：綠茶 > 烏龍茶 > 香片 > 普洱茶 > 紅茶 > 菊花茶；冷泡茶由高至低依序排列均為：綠茶 > 烏龍茶 > 普洱茶 > 紅茶 > 香片 > 菊花茶。冷熱茶僅有香片及烏龍茶在排序上有差異，菊花茶的效果明顯不理想。

#### (五) 歸納討論：

1. 茶葉中有許多物質，其中的茶多酚，又稱兒茶素，就有抗氧化的作用。而綠茶的效果無論是熱泡或冷泡，其滴定檢測的結果均最佳，因此，我們推測綠茶因是不發酵茶，直接炒菁，不讓茶葉發酵，因發酵的步驟可以讓茶葉中的茶多酚氧化，所以綠茶無論是熱泡或冷泡，其抗氧化的作用均最佳。
2. 香片在冷泡茶時的抗氧化排序，反而落在普洱茶和紅茶之後，我們推測因香片是全熟茶且是花茶，冷泡較不適宜，因此香片及菊花茶檢測效果都較不理想，特別是菊花茶。



問題五：觀察粉狀食品經熱沖後，抗氧化性的比較

(一)討論：由於蔬菜、水果一過了季節，就不太容易買到，無法一年四季都大量的生產，因此我們嘗試比較文獻上提到的各種抗氧化力強的粉狀食品進行研究。





(二)實驗步驟：

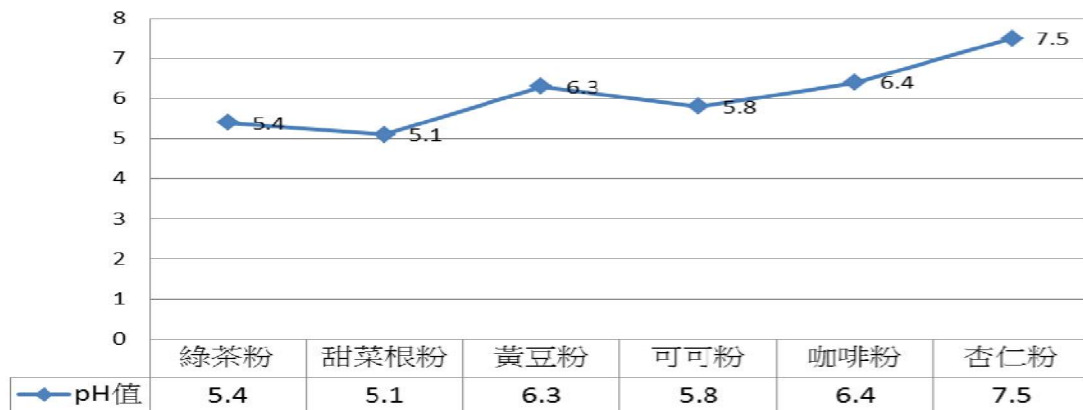
- 1.與問題二的前置準備相同
- 2.將實驗的粉狀食品皆秤 5g，加入 95cc 的 100 ° C 熱水使其溶解(濃度 5%)，並待其冷卻
- 3.測量 pH 值
- 4.碘直接定量法顏色的滴定終點，設為流明數 7 或 8
- 5.碘間接定量法顏色的滴定終點，以光度計測量，設定流明數為 151 或 152

		
製作澱粉指示劑	秤取 5g 可可粉	秤取 5g 綠茶粉
		
秤取 5g 杏仁粉	使用有機甜菜根粉	紅外線計數器使用方式

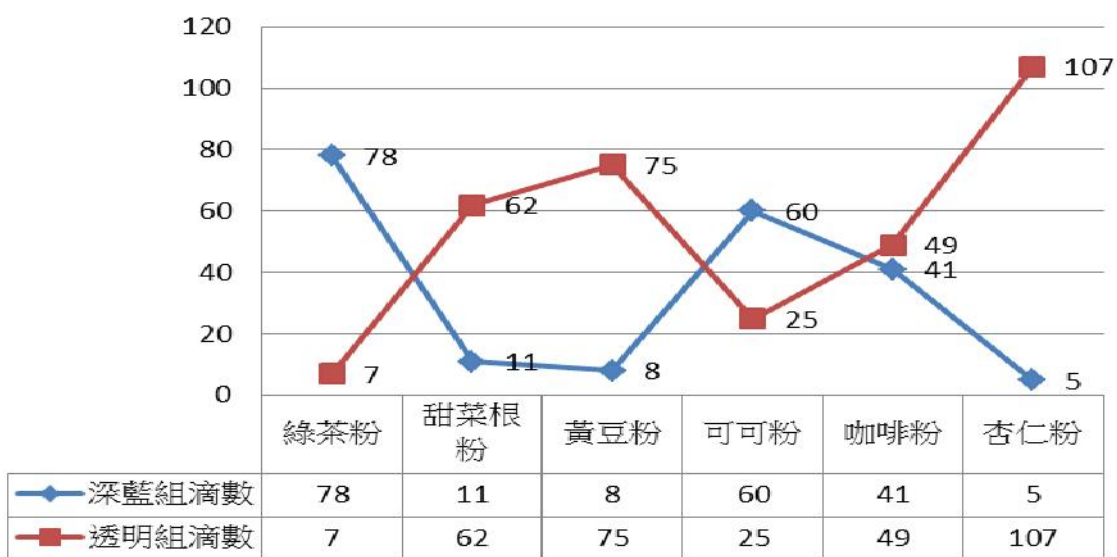
(三)實驗結果：

表五 觀察粉狀食品經熱沖後，碘直接定量與碘間接定量檢測比較

項目	pH 值	滴定前後顏色變化 上-碘直接定量.下-碘間接定量		滴定前後透光度變化(Lux) 上-碘直接定量.下-碘間接定量 左-滴定前.右-滴定後		滴定數
				前	後	
 綠茶粉	 5.4			前 < 65 >	後 < 7 >	78
				前 < 22 >	後 < 152 >	7
 甜菜根粉	 5.1			前 < 35 >	後 < 7 >	11
				前 < 22 >	後 < 151 >	62
 黃豆粉	 6.3			前 < 157 >	後 < 8 >	8
				前 < 22 >	後 < 152 >	75
 可可粉	 5.8			前 < 61 >	後 < 7 >	60
				前 < 22 >	後 < 152 >	25
 咖啡粉	 6.4			前 < 58 >	後 < 8 >	41
				前 < 22 >	後 < 151 >	49
 杏仁粉	 7.5			前 < 83 >	後 < 7 >	5
				前 < 22 >	後 < 152 >	107



圖五-1 粉狀食品 pH 值檢測比較



圖五-2 粉狀食品抗氧化滴定滴數檢測比較

(四) 結果發現：

1. 這六種粉狀食品的 pH 值介於 5.1 至 7.5 之間，這幾種粉狀食品的 pH 值有一定差距。
2. 另根據我們的實驗結果可以看出，這六種根據搜尋資料選擇的粉狀食品，抗氧化能力有些仍有落差，無論是用深藍色或透明色滴定終止的實驗方式，其抗氧化能力由高至低依序排列均為：綠茶粉 > 可可粉 > 咖啡粉 > 甜菜根粉 > 黃豆粉 > 杏仁粉。

(五) 歸納討論：


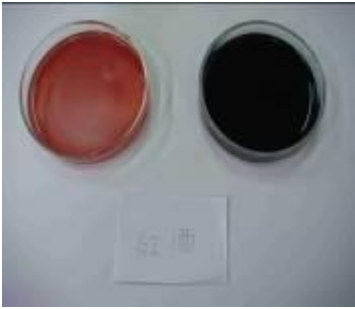
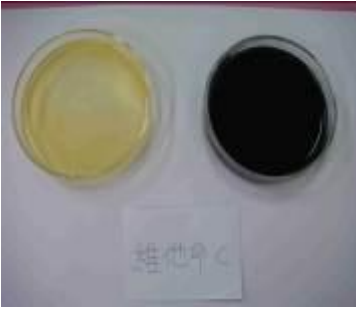



1. 根據實驗結果，可可粉也有不錯的抗氧化性，讓我們覺得很新奇，於是我們開始蒐集資料，發現可可裡含有黃烷醇，黃烷醇是一種植物性的天然抗氧化劑，有摧毀自由基的作用，因此純的可可粉是具有不錯的抗氧化性的。
2. 綠茶粉是把綠茶採用瞬間粉碎法，粉碎成綠茶粉末，最大限度地保持茶葉原有的天然綠色以及營養、藥理成分，不含任何化學添加劑。根據我們的實驗結果，綠茶粉仍居粉狀食品的抗氧化能力之首，因此綠茶及純綠茶粉滿值得推薦的喔！

問題六：探討坊間瓶裝飲品開瓶後之抗氧化性比較

(一)討論：由於蔬菜、水果抗氧化效果均不錯，那麼坊間現成的飲品，效果又如何呢？

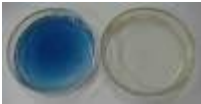
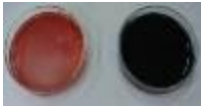
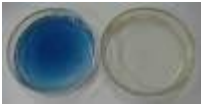



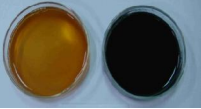



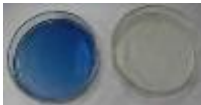
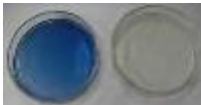

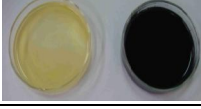



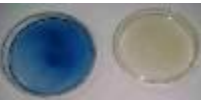

(二)實驗步驟：

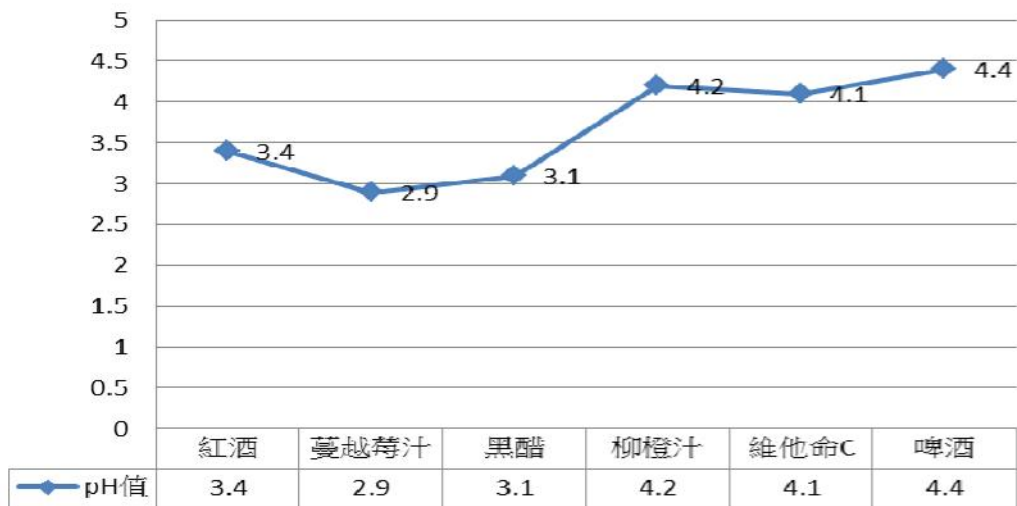
- 1.與問題二的前置準備相同
- 2.將坊間現成的飲品倒 20cc 至培養皿內
- 3.測量 pH 值
- 4.碘直接定量法顏色的滴定終點，設為流明數 8
- 5.碘間接定量法顏色的滴定終點，以光度計測量，設定流明數為 151 或 152

 <p>製作碘液指示劑</p>	 <p>紅酒滴定前後</p>	 <p>維他命 C 滴定前後</p>
 <p>維他命 C 的抗氧化效果極佳</p>	 <p>紅酒透光度測試</p>	 <p>自製光度暗箱的輔助</p>

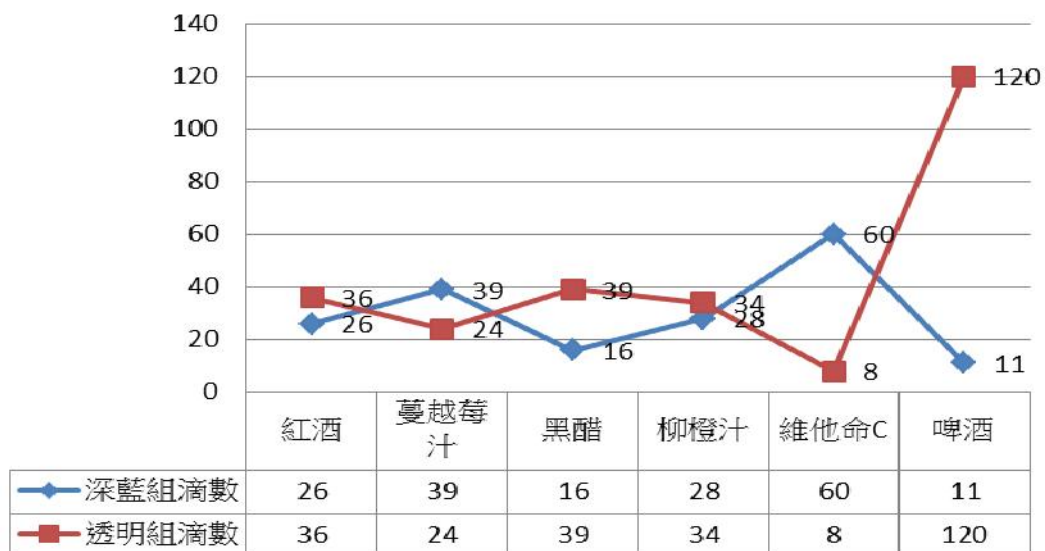
(三)實驗結果：

表六 坊間瓶裝飲品開瓶後之碘直接定量與碘間接定量檢測比較

項目	pH 值	滴定前後顏色變化 上-碘直接定量.下-碘間接定量		滴定前後透光度變化(Lux) 上-碘直接定量.下-碘間接定量 左-滴定前.右-滴定後		滴定數
				前 < Lux >	後 < Lux >	
 紅酒	3.4			前 < 110 >	後 < 8 >	26
				前 < 22 >	後 < 151 >	36
 蔓越莓汁	2.9			前 < 161 >	後 < 8 >	39
				前 < 22 >	後 < 151 >	24
 黑醋	3.1			前 < 100 >	後 < 8 >	16
				前 < 21 >	後 < 151 >	39
 柳橙汁	4.2			前 < 110 >	後 < 8 >	28
				前 < 22 >	後 < 151 >	34
 維他命 C	4.1			前 < 116 >	後 < 8 >	60
				前 < 21 >	後 < 152 >	8
 啤酒	4.4			前 < 170 >	後 < 8 >	11
				前 < 21 >	後 < 151 >	120



圖六-1 飲品類 pH 值檢測比較



圖六-2 飲品類抗氧化滴定滴數檢測比較

(四)結果發現：

- 1.用來檢測的六種飲品，pH 值界於 2.9 至 4.4 之間，飲品皆有偏酸性的現象。
- 2.根據我們的實驗結果，這六種飲品的抗氧化檢測結果，二種不同的抗氧化效能滴定檢測方式，結果均為維他命 C > 蔓越莓汁 > 柳橙汁 > 紅酒 > 黑醋 > 啤酒。

(五)歸納討論：

1. 雖然這六種飲品抗氧化性有差異，但除了最好的維他命 C 及最不理想的啤酒之外，其餘四種飲品的抗氧化性都還算很接近，也具食用價值。

問題七：選擇各類別抗氧化性強之食材，進行進階分析檢測比較

(一) 討論：我們根據之前做的蔬菜、水果、粉狀類食品、茶葉及飲品的抗氧化力實驗，挑選出效果最好的六種品項進行進階比較，找出最好的抗氧化食品，以利進行下一階自製抗氧化產品應用研究。

(二) 實驗步驟：

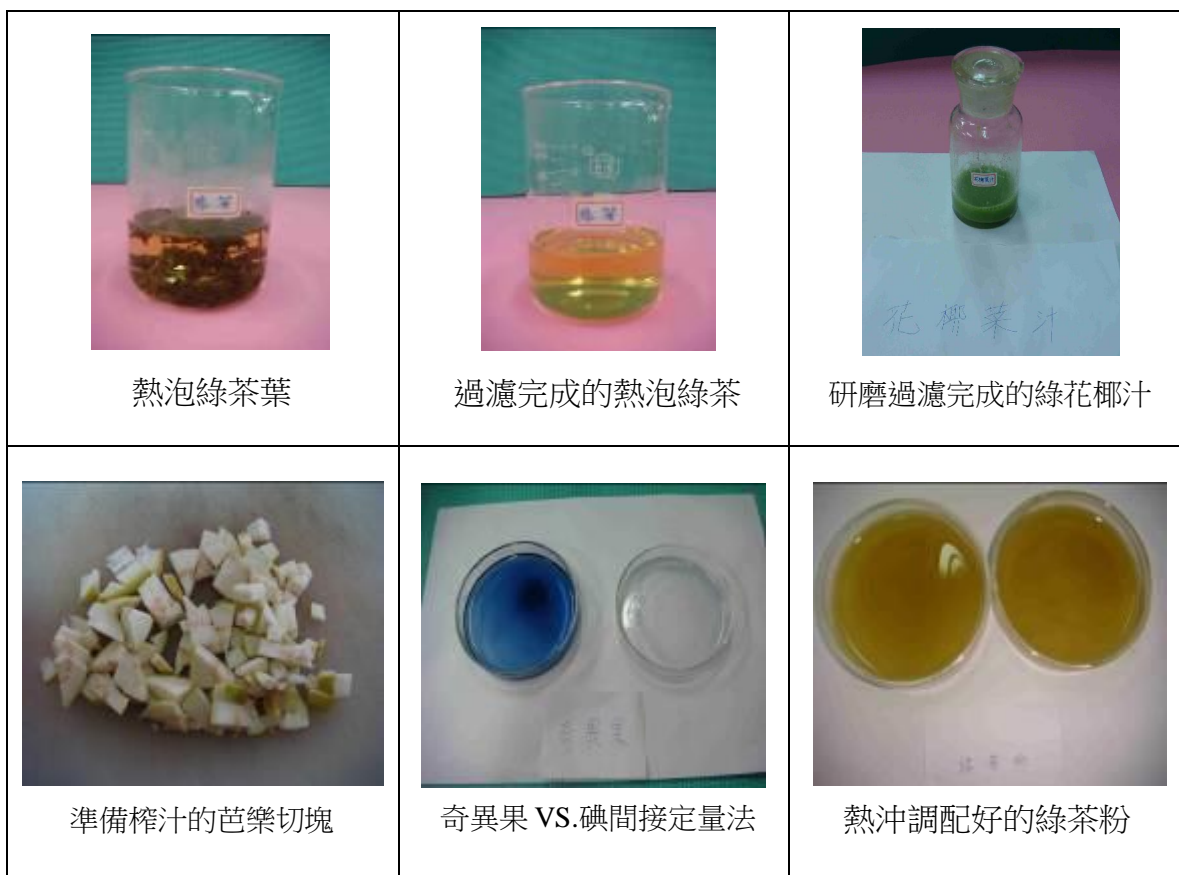
1. 與問題二的前置準備相同

2. 將效果最好的六種食品調製成液體狀，濃度皆控制為 2%，倒 20cc 溶液至培養皿內

3. 測量 pH 值

4. 碘直接定量法顏色的滴定終點，設為流明數 7 或 8

5. 碘間接定量法顏色的滴定終點，以光度計測量，設定流明數為 152

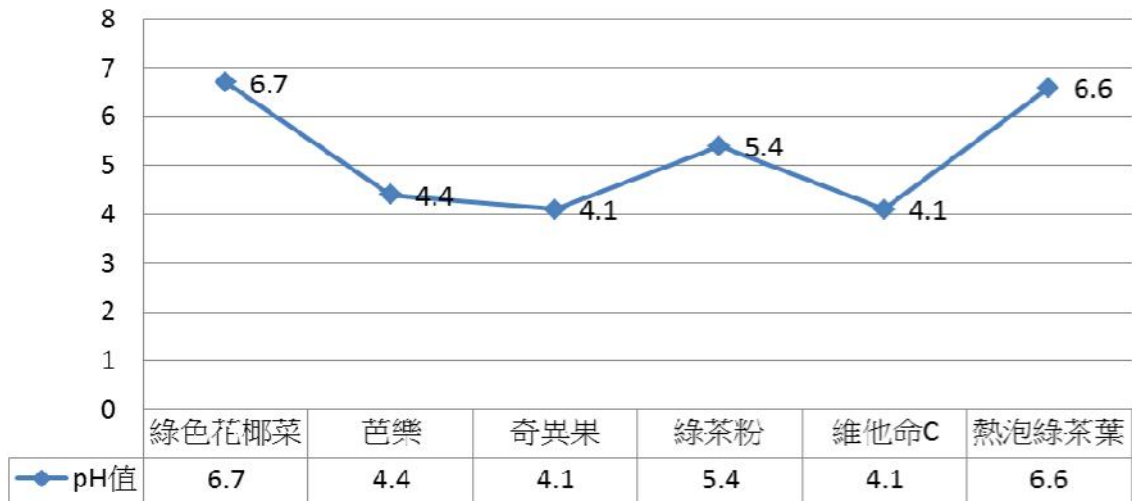


(三)實驗結果：

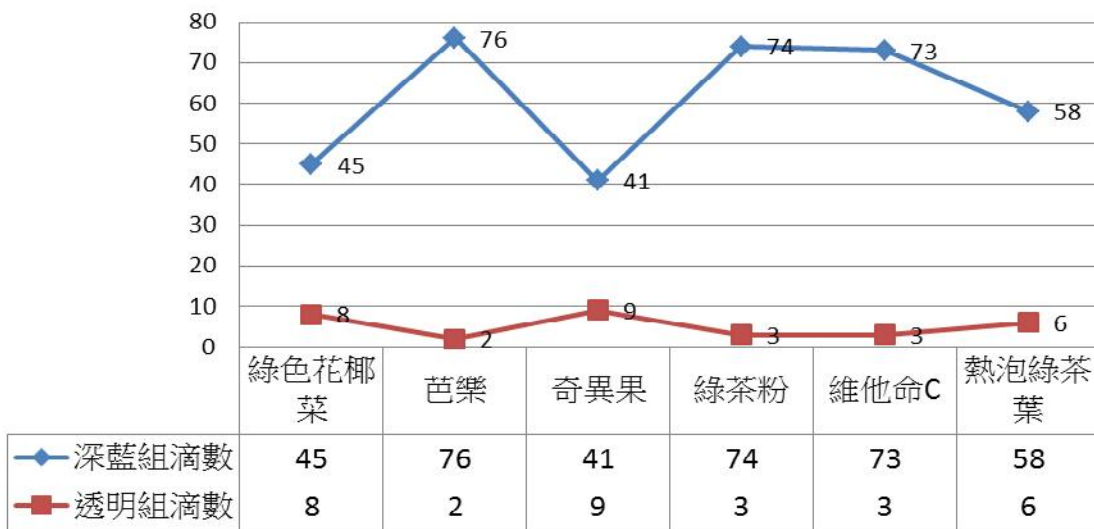
表七 選擇各類別抗氧化性強之食材，進行進階抗氧化分析檢測比較

項目	pH 值	滴定前後顏色變化		滴定前後透光度變化(Lux)		滴定數
		上-碘直接定量.下-碘間接定量	上-碘直接定量.下-碘間接定量	上-碘直接定量.下-碘間接定量	上-碘直接定量.下-碘間接定量	
 綠色花椰菜	 6.7			前< 69 >	後< 8 >	45
				前< 21 >	後<152 >	8
 芭樂	 4.4			前< 103>	後< 7 >	76
				前< 21 >	後<152 >	2
 奇異果	 4.1			前<64>	後< 8 >	41
				前< 22 >	後<152 >	9
 綠茶粉	 5.4			前<42>	後< 7 >	74
				前< 21 >	後<152 >	3
 維他命 C	 4.1			前<51>	後< 7 >	73
				前< 22 >	後<152 >	3
 熱泡綠茶葉	 6.6			前<136>	後< 7 >	58
				前< 22 >	後<152 >	6





圖七-1 進階食品 pH 值檢測比較



圖七-2 進階食品抗氧化滴定滴數檢測比較

#### (四) 結果發現：

1. 這個實驗是我們根據之前的幾個實驗，選出抗氧化檢測效能最好的蔬菜、水果、茶葉、粉狀食品、飲品等，再一次同時進行滴定檢測，二種檢測結果所呈現的結果可歸納為**芭樂** ≈ **綠茶粉** ≈ **維他命 C** > **熱泡綠茶葉** > **綠色花椰菜** > **奇異果**。

#### (五) 歸納討論：

**碘直接定量**與**碘間接定量**檢測是二種不同的檢測方式，**深藍組（碘直接定量）**：滴數愈多，抗氧化力愈好；**透明組（碘間接定量）**：滴數愈少，抗氧化力愈好。而根據實驗結果，藍色組滴定的滴數都在 45-76 滴之間，透明組又均在 10 滴以下，六種食品僅略有差距，代表其**抗氧化力均很不錯且接近**；其中又以**芭樂、綠茶粉、維他命 C** 的抗氧化力效果最好、最接近，很值得推薦做為日常生活的常用食品。

問題八：選擇最佳食材，製作天然抗氧化皂、抗氧化乳液，進行產品測試比較

(一)討論：抗氧化食品除了用於提供飲食之外，是否可以另外製成皮膚保養品，減緩皮膚老化呢？

(二)-1 天然抗氧化皂製作方法：

- 1.將透明皂基切成小塊狀
- 2.將小塊狀的皂基放入鍋內用電磁爐加熱直到溶解
- 3.溶解時，慢慢地加入自己打的芭樂汁或綠茶粉溶液
- 4.將電磁爐關閉，將鍋內的肥皂溶液倒入小容器裡，待其冷卻成模即可















(二)-2 天然抗氧化乳液製作方法：

- 1.將一匙椰子油放進燒杯中
- 2.再加入甘油一匙在燒杯中
- 3.利用量筒將 90c.c.的蒸餾水倒入燒杯
- 4.再將半匙的乳化劑倒入燒杯
- 5.利用玻棒攪拌均勻
- 6.若覺得乳液不夠黏稠，可加入少許的玉米粉調整黏稠度
- 7.加入自己打的芭樂汁或綠茶粉溶液，並且不停地攪拌成黏稠狀即可

		
天然抗氧化皂製作	天然抗氧化乳液製作	芭樂抗氧化乳液

(三)實驗測試步驟:

- 1.將天然抗氧化皂及天然抗氧化乳液分別塗抹在不同切片的蘋果表面
- 2.每 15 分鐘進行一次觀察記錄，比較不塗抹及塗抹芭樂汁、芭樂皂、芭樂乳液、綠茶粉溶液、綠茶粉皂、綠茶粉乳液之蘋果切面的氧化情形

						
不塗抹						
						
都不加						
15: 中間開始變淡黃 30: 開始變黃 45: 與 30 一樣 60: 中間變深黃	15: 與原本的顏色一樣 30: 中間開始變淡黃 45: 仍然成淡黃 60: 淡黃沒變	15: 與原本的顏色一樣 30: 很淡的黃 45: 與 30 一樣 60: 很淡的黃	15: 與原本的顏色一樣 30: 與原本的顏色一樣 45: 靠種子處稍淡黃 60: 表面色澤與原來接近	15: 表面有綠茶粉 30: 表面有綠茶粉 45: 表面有綠茶粉 60: 洗淨後, 有些淡黃色	15: 表面有綠茶粉 30: 表面有綠茶粉 45: 表面有綠茶粉 60: 無法洗得很乾淨, 有些褐黃	15: 與原本的顏色一樣 30: 有點兒淡黃 45: 有點兒淡黃 60: 僅有些淡黃色

				
維他命 C 溶液	維他命 C 乳液	已經氧化的蘋果	塗抹維他命 C 乳液後之蘋果	對照組 VS. 實驗組

#### (四) 結果發現：

##### 1. 褐變程度

- (1) 因綠茶粉顏色較深，因此在定時的觀察中較無法與其他類別比較；芭樂的各種效果則均不錯。
- (2) 1 小時後，洗淨粉體，可看出塗抹芭樂汁、芭樂皂、芭樂乳液、綠茶粉、綠茶粉乳液抗氧化效果均不錯，塗抹綠茶粉皂則因無法洗得很乾淨，因此看起來有些褐黃。
- (3) 塗抹維他命 C 乳液的已氧化蘋果，兼具還原效果，功能極佳。

#### (五) 歸納討論：

- (1) 根據實作觀察的結果，我們建議除了可多食用芭樂或飲用綠茶粉泡溫水保健外，還可將芭樂汁或綠茶粉製成乳液塗抹護膚，天然、安全又經濟實惠。
- (2) 根據實作，維他命 C 的抗氧化效能與芭樂、綠茶粉相當，且又具還原效能，因此，我們建議亦可自行製作維他命 C 乳液進行皮膚保養。

## 陸、研究討論

- 一. 每一個人對透明色及深藍色的顏色分界點，常有稍許不同的判讀，因此極易造成滴定終止時間點的看法不一致，造成判斷的誤差。藉由照度計透光度的輔助，流明數越大透光度就越強，流明數越小透光度就越弱。根據此原則，在同一實驗時（物理環境較接近），選擇滴定終止的透光度（流明數），可避免個人肉眼直觀判讀的誤差，使滴定結束時間點更一致、更具科學性。
- 二. 根據我們所查的文獻(遠哲科學教育基金會發現月刊第 123 期－蘋果不會生鏽／陳偉民) 褐變的原因分為酵素性褐變 (enzymatic browning) 與非酵素性褐變(non-enzymatic browning)，前者發生極快，蘋果的褐變就屬酵素性褐變。無論那一種褐變，都與鐵離子無關。蘋果褐變是酵素作用的結果，引發褐變的酵素總稱為「多酚氧化酵素 (polyphenol oxidase)」。多酚氧化酵素會將多酚類成分氧化，變成醌類 (quinones)，醌類再進一步聚合成褐色的色素，於是我們就看見蘋果變褐色了。
- 三. 在我們的實驗結果中，無論是用碘直接定量或碘間接定量檢測滴定終止的實驗方式，抗氧化能力效果最好的蔬菜均是綠色花椰菜。深藍組的實驗結果讓我們較感到意外的是，地瓜葉效果的排序為第六名，我們推測和我們以原汁實測的因素可能有相關；而在透明組的進階證明實驗時，發現地瓜葉原汁太濃無法滴至透明，更讓我們覺得地瓜葉的檢測方式可能要另作思考。

## 柒、結論

- 一. 根據實驗結果，水果類抗氧化效果最好的是芭樂效果最顯著，而依我們所查文獻資料，芭樂每一百公克就有四百九十六毫克的抗氧化成分，因此我們將芭樂暫居水果抗氧化能力之首；蔬菜類則是綠色花椰菜效能最佳。
- 二. 熱泡茶，pH 值介於 5.1 至 6.6 之間；冷泡茶，pH 值介於 5.9 至 7.0 之間，冷泡茶的酸性較熱泡茶弱。根據我們的實驗結果，無論用熱泡或冷泡的方式，綠茶的抗氧化效果都較好，菊花茶效果較不理想。冷熱泡茶僅有香片及烏龍茶在排序上有差異，其餘影響不大。
- 三. 綠茶粉是把綠茶採用瞬間粉碎法，粉碎成綠茶粉末。根據我們的實驗結果，綠茶粉仍居粉狀食品的抗氧化能力之首，綠茶及純綠茶粉滿值得推薦！另純的可可粉也有不錯的抗氧化性，讓我們覺得很新奇，於是我們開始蒐集資料，發現原來可可裡含有黃烷醇，黃烷醇是一種植物性的天然抗氧化劑，有摧毀自由基的作用，因此亦具有不錯的抗氧化性。
- 四. 根據文獻，實驗挑選的六種坊間飲品抗氧化性雖有差異，但除了最好的維他命 C 及最不理想的啤酒之外，其餘四種飲品的抗氧化性都還算很接近，也具食用價值。
- 五. 此實驗乃將前六個實驗結果挑出最理想的抗氧化性食品，有芭樂、綠茶粉、維他命 C、熱泡綠茶葉、綠色花椰菜、奇異果等六種食品，進一步進行抗氧化性檢測。實驗結果：碘直接定量法的藍色組滴定的滴數都在 45-76 滴之間，碘間接定量法的透明組又均在 10 滴以下，六種食品僅略有差距，代表其抗氧化力均很不錯且接近；其中又以芭樂、綠茶粉、維他命 C 的抗氧化力效果最好、最接近，很值得推薦做為日常生活的常用食品。
- 六. 最後，我們將芭樂汁及綠茶粉溶液自製成天然抗氧化皂及天然抗氧化乳液塗抹在切片的蘋果表面，每 15 分鐘進行一次觀察記錄，經過一小時後的觀察，芭樂皂、芭樂乳液及綠

茶粉乳液效果均不錯。之後，我們還自製維他命 C 乳液，發現其除具抗氧化力之外，尚兼具還原之功效，非常受到學校師生及家長的喜愛。

## 捌、參考資料

### 【書中的一篇文章】

林玫君(民 83)。蘋果怎麼生鏽了。載於**蘋果生鏽了**(43-60 頁)。臺北縣：新店市。

### 【期刊文章】

陳煥堂(民 101)。台灣茶，尚蓋讚！**TOP945**，**221**，1-9。

### 【報紙】

邱俊吉、張博亭(民 103 年 1 月 5 日)。中研院·台大重大發現，抗氧化劑可減肥-番茄 空心菜含量豐。**蘋果日報**，**A1** 版。

網路資源

### 【部落格】

(無作者)(無日期) 痞客邦。

<http://tinapeko.pixnet.net/blog/post/26583249-%E6%8A%97%E6%B0%A7%E5%8C%96%E9%A3%9F%E7%89%A9>

### 【競報】

(無作者) 2006 年 09 月 25 日 09:15:03 自由基與抗氧化物質

<http://www2.mmh.org.tw/nutrition/chao/064antioxid.htm>

 新华网

【[www.news.cn](http://www.news.cn)】

七大強抗氧化食物防衰老圖

[http://big5.xinhuanet.com/gate/big5/news.xinhuanet.com/health/2006-09/25/content\\_5133708.htm](http://big5.xinhuanet.com/gate/big5/news.xinhuanet.com/health/2006-09/25/content_5133708.htm)

### 【抗氧化食品】

林義方 (無日期)Antioxid-fo-Windows Inernet Explorer。

[http://www.greenclub.bc.ca/Chinese/Healthy\\_Life/Supplement/Antioxide-food/antioxide-food.htm](http://www.greenclub.bc.ca/Chinese/Healthy_Life/Supplement/Antioxide-food/antioxide-food.htm)

陳偉民。遠哲科學教育基金會發現月刊第 123 期—蘋果不會生鏽

[http://chem.kshs.kh.edu.tw/epaper/c\\_epaper\\_no12/teach.html](http://chem.kshs.kh.edu.tw/epaper/c_epaper_no12/teach.html)

## 【評語】 080207

能使用光度暗箱設計來減少對顏色直觀判斷誤差，及能使用多種不同測定方法交互比對，非常好。變因對抗氧化結果的討論可以再加強。